

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-239176

(43)Date of publication of application : 31.08.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04L 12/28

(21)Application number : 10-038687

(22)Date of filing : 20.02.1998

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

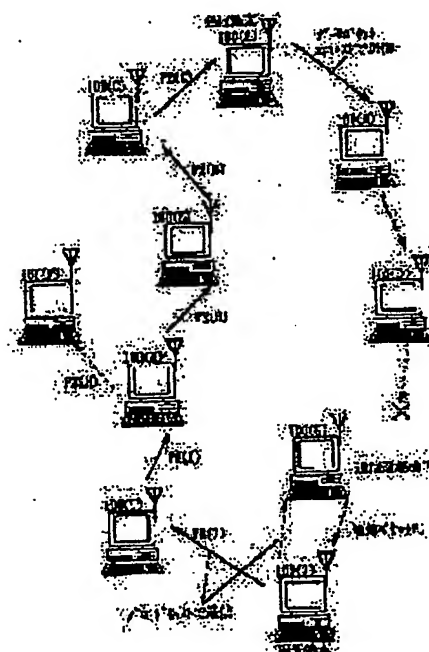
(72)Inventor : MIYAGI TOSHIFUMI
IZUKA MASATAKA
TAKANASHI HITOSHI
MORIKURA MASAHIRO

(54) PACKET ROUTING METHOD IN AD HOC NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a packet routing method for an ad hoc network with which communication between a call originating terminal and a destination terminal is enabled even when many fixed repeater terminals do not exist between both terminals.

SOLUTION: When a repeater terminal detects that communication with an adjacent radio terminal deteriorates, the repeater terminal sends a first signal P1 to a destination terminal 100(J) and the terminal 100 (J) sends a second signal P2 to unspecified radio terminals upon detecting the first signal P1. When the repeater terminal detects the second signal P2, the terminal sends the signal P2 to unspecified radio terminals by adding repeater terminal identification information to the signal P2. When a call originating terminal 100 (A) detects the second signal P2, the terminal 100 (A) recognizes a communication route based on the repeating terminal identification information contained in the signal P2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-239176

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/56
12/28

H 0 4 L 11/20
11/00

1 0 2 D
3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-38667

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月20日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 宮城 利文

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 飯塚 正孝

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 高梨 斉

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

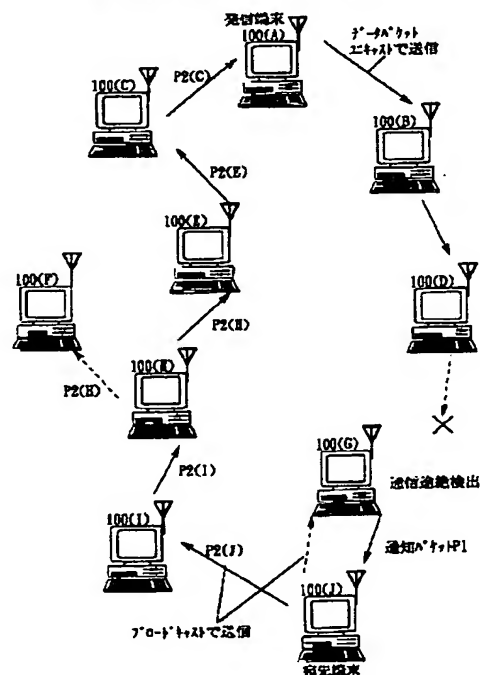
(54) 【発明の名称】 アドホックネットワークのバケットルーティング方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明はアドホックネットワークのバケットルーティング方法において発信端末と宛先端末との間に固定された中継端末が多数存在しない場合であっても発信端末と宛先端末との通信を可能にすることを目的とする。

【解決手段】 中継端末が隣接無線端末との通信状態の悪化を検出すると、中継端末から宛先端末100(J)に対して第1の信号P1を送り、宛先端末100(J)は第1の信号を検出すると不特定の無線端末に対して第2の信号P2を送出し、中継端末は第2の信号P2を検出すると中継端末識別情報を付加して第2の信号P2を不特定の無線端末に送出し、発信端末100(A)は第2の信号P2を検出すると第2の信号P2に含まれる中継端末識別情報に基づいて通信ルートを認識することを特徴とする。

宛先端末から送信端末への通信ルート探索例



【特許請求の範囲】

【請求項1】 データパケットの送信、受信及び中継の全ての機能をそれぞれが備える少なくとも3つの無線端末を利用し、データパケットの送信元となる無線端末、データパケットの送信先となる無線端末及びデータパケットを中継する無線端末をそれぞれ発信端末、宛先端末及び中継端末とし、前記発信端末と宛先端末との間で直接通信できない場合には、1つ以上の前記中継端末を利用する通信ルートを特定し、特定された通信ルートを利用してデータパケットを転送するアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記中継端末が特定された通信ルート上で隣接する無線端末との間の通信状態の悪化を検出した場合には、該中継端末から前記宛先端末に対して通信途絶を示す第1の信号を送り、前記宛先端末が前記第1の信号を検出した場合には、利用する通信ルートを更新するために、前記宛先端末から不特定の前記無線端末に対して第2の信号を送出し、前記第2の信号を検出した無線端末が前記発信端末でない場合には、前記第2の信号を検出した無線端末は、該無線端末を特定する中継端末識別情報を付加して前記第2の信号を不特定の無線端末に対して送出し、前記第2の信号を検出した無線端末が前記発信端末である場合には、該発信端末は、検出された第2の信号に含まれる前記中継端末識別情報に基づいて更新された通信ルートを認識し、更新された通信ルートの中継端末を介して宛先端末へのデータパケットの送信を継続することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項2】 請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末もしくは前記第2の信号を検出した無線端末は、所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出できない場合には、前記第2の信号を保持し、前記所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出したときに、保持された前記第2の信号を送出することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項3】 請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末は前記第2の信号を生成する度に個別のパケット識別子を第2の信号に付与し、前記第2の信号を検出した無線端末は、検出した第2の信号に付与された前記パケット識別子を記憶し、該無線端末は検出した第2の信号のパケット識別子が記憶されたパケット識別子と一致する場合には検出した第2の信号を破棄し、一致しなければ第2の信号を他の無線端末に送出することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項4】 請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末が前記宛先端末からの第2の信号を検出した場合には、前

記発信端末が、前記第2の信号を部分的に更新して、更新された第2の信号を検出された第2の信号に含まれる前記中継端末識別情報に対応する特定の無線端末を介して前記宛先端末まで返送することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項5】 請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末と前記宛先端末との間で転送される前記第2の信号の転送所要時間が最も短い通信ルートを優先的に利用することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の無線端末同士が互いに通信を行うアドホックネットワークのパケットルーティング方法に関し、特にデータパケットの送信元である発信端末と送信先である宛先端末との間を中継する中継端末が移動可能な環境における通信ルートの決定制御に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の無線端末同士が互いに通信を行うアドホックネットワークの従来技術としては、例えば特開平8-97821号公報の「無線データ通信方法及び装置ならびに無線データ通信システム」が公知である。

【0003】この種のアドホックネットワークにおいては、データパケットの送信元である発信端末と送信先である宛先端末とが距離などの関係で直接通信できない場合であっても、発信端末と宛先端末との間に存在する1つまたは複数の無線端末を利用できる場合には、それらの無線端末をデータの中継を行う中継端末として利用することにより、発信端末から宛先端末へのデータ転送が行われる。

【0004】中継端末を利用する場合には、データパケットの送信を開始する前に、発信端末と宛先端末との間の利用可能な中継端末を検出して、利用できる通信ルートを探索する必要がある。特開平8-97821号公報においては、次のようにして通信ルートを探索する。すなわち、発信端末から不特定の無線端末に向かって、特定の信号フレームを同報送信（ブロードキャスト）する。前記信号フレームを検出した任意の無線端末は、それ自身が宛先端末でなければ、検出した信号フレームを不特定の無線端末に向かって送出する。

【0005】従って、中継端末を利用した同報送信が連鎖的に繰り返されるので、発信端末から送信された信号フレームが宛先端末まで届く。このときに信号フレームの中継に利用された無線端末を中継端末として利用するように、1つの通信ルートが決定される。但し、この種の同報送信を実施する場合には、互いに通信可能な全ての無線端末同士の間で連鎖的に通信が発生するので、各無線端末において通信のトラヒックが大幅に増大する。

従って、トラヒックを低減するために、各中継端末における同報送信は1回だけに制限される。

【0006】直接通信不可能な発信端末と宛先端末との間で通信するためには、利用可能な通信ルートが実際に存在することが前提になる。従って、互いに隣接する無線端末同士の通信可能範囲が互いに重複し、しかも発信端末と宛先端末との間にとぎれなく中継可能な無線端末が配置されている必要がある。

【0007】例えば、発信端末と宛先端末との間に第1の中継端末と第2の中継端末とが存在する場合に、発信端末と第1の中継端末との通信可能範囲が重なり、第1の中継端末と第2の中継端末との通信可能範囲が重なり、第2の中継端末と宛先端末との通信可能範囲が重なる場合には、発信端末から送信されたデータを第1の中継端末と第2の中継端末とで中継することにより、宛先端末までデータを転送できる。

【0008】また、複数の通信ルートを選択可能な場合には、一部の中継端末において通信不可能な状態や障害が発生した場合であっても、再び通信ルートの探索を実施するか、または予め定めた代替ルートを利用することにより、通信ルートを確保できる。上記のような装置においては、ルート検索のための信号フレームを記憶するメモリや、フレームに記述された情報をもとに処理を行う演算装置やプログラムされた論理素子もしくはプログラムが設けられる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来技術においては、通信ルート確保のために実施される信号フレームの同報送信は1回に制限されている。従って、1回だけしか送信されない信号フレームを確実に中継するために、発信端末と宛先端末との間には、互いに通信可能範囲が重なるように多数の中継端末を固定配置しなければならない。

【0010】もしも、特定の無線端末の移動によって発信端末と宛先端末との間を中継する中継端末が1つでも所定範囲からはずれると、発信端末と宛先端末との間でデータパケットの転送が不可能になる。また、従来技術では、送受信する信号フレームの制御処理を専用のプログラムやプログラムされた論理素子等で実施するので、専用の情報処理装置やアプリケーションを構築する必要があり既存の無線通信装置をそのまま用いることができない不具合があった。

【0011】本発明は、アドホックネットワークのパケットルーティング方法において、発信端末と宛先端末との間に実質上固定された中継端末が多数存在していない場合であっても、直接通信できない発信端末と宛先端末との間で通信を可能にすることを主な目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1のアドホックネットワークのパケットルーティング方法は、データパケ

ットの送信、受信及び中継の全ての機能をそれぞれが備える少なくとも3つの無線端末を利用し、データパケットの送信元となる無線端末、データパケットの送信先となる無線端末及びデータパケットを中継する無線端末をそれぞれ発信端末、宛先端末及び中継端末とし、前記発信端末と宛先端末との間で直接通信できない場合には、1つ以上の前記中継端末を利用する通信ルートを特定し、特定された通信ルートを利用してデータパケットを転送するアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記中継端末が特定された通信ルート上で隣接する無線端末との間の通信状態の悪化を検出した場合には、該中継端末から前記宛先端末に対して通信途絶を示す第1の信号を送り、前記宛先端末が前記第1の信号を検出した場合には、利用する通信ルートを更新するために、前記宛先端末から不特定の前記無線端末に対して第2の信号を送出し、前記第2の信号を検出した無線端末が前記発信端末でない場合には、前記第2の信号を検出した無線端末は、該無線端末を特定する中継端末識別情報を付加して前記第2の信号を不特定の無線端末に対して送出し、前記第2の信号を検出した無線端末が前記発信端末である場合には、該発信端末は、検出された第2の信号に含まれる前記中継端末識別情報に基づいて更新された通信ルートを認識し、更新された通信ルートの中継端末を介して宛先端末へのデータパケットの送信を継続することを特徴とする。

【0013】中継端末の移動などによって発信端末と宛先端末との間の通信ルートが途絶えると、それを検出した中継端末が宛先端末に対して第1の信号を例えば通知パケットとして送出する。この第1の信号に応答して、宛先端末から第2の信号が送出される。すなわち、宛先端末から発信端末に向かって通信ルートの探索が開始される。

【0014】第2の信号は宛先端末から不特定の無線端末に対して、すなわち同報で送出されるので、通信可能な範囲内に複数の無線端末が存在する場合には、複数の無線端末に第2の信号が届く。第2の信号を検出した無線端末が、該無線端末を特定する中継端末識別情報を送出する第2の信号に付加するので、発信端末に届く第2の信号には、その転送ルートを特定できる中継端末群の情報が含まれている。従って、利用できる通信ルートの情報が確保される。

【0015】通信ルートの探索を宛先端末から開始することにより、宛先端末に確実にパケットが到着するような中継ルートを確保できる。また、発信端末における処理の負荷が低減される。中継端末は、隣接する他の中継端末からの特有の電波の受信レベルなどを周期的に監視することにより、通信状態の悪化を検出できる。監視対象の無線端末は、発信端末から宛先端末への通信ルート上の直前の隣接する中継端末である。

【0016】受信レベルが所定のレベルを下回る場合に

は、無線通信可能範囲内に存在しないと判断できる。監視対象の無線端末の状況の中継端末上に記録しておき、最新の受信状態と記録とを比較することにより、通信状態の変化を識別できる。従来技術においては、無線通信可能範囲に中継する端末が配置されていることが前提になっているが、本発明では中継端末が自由に動き回することを前提としている。すなわち、通信可能範囲内に常時中継端末が存在していなくても、本発明では通信が可能である。

【0017】上記各種制御は、各無線端末にミドルウェアとして搭載することにより実現可能である。本発明はミドルウェアとして実現するのが望ましい。ミドルウェアは、ハードウェアとアプリケーション・ソフトウェアとの中間に位置するソフトウェアであり、ISO（国際標準化機構）で定義されている通信プロトコルの階層モデルであるOSI参照モデルにおいて、データリンク層の上位に位置する。下位レイヤにおいて提供するサービスに応じて必要な機能を付加することなくサービスを実現可能とする。また、上位のアプリケーションにおいても、提供するサービスに応じた変更や修正をすることなく実現できる。

【0018】本発明をミドルウェアとして実現することにより、既存の無線端末を用いて動的トポロジーに対応した無線パケット通信が可能になる。本発明の制御や必要な情報の保持のために各無線端末にミドルウェアを導入することにより、特定のアプリケーションや無線通信装置に限らず発明を実施できる。また、宛先端末のミドルウェアによりルートの確保等の制御を行うことで、MACレイヤや物理レイヤなどのネットワーク全体に対する負担をより軽減した通信が可能になる。

【0019】請求項2は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末もしくは前記第2の信号を検出した無線端末は、所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出できない場合には、前記第2の信号を保持し、前記所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出したときに、保持された前記第2の信号を送出することを特徴とする。

【0020】従って、無線端末の移動などによって、発信端末と宛先端末との間に利用可能な通信ルートが存在しない場合には、第2の信号が何れかの中継端末もしくは宛先端末に保持され、利用可能な通信ルートが現れたときに、新たに通信ルート上に現れた中継端末に第2の信号が送信され、通信ルートの探索が継続される。このため、頻繁に移動する無線端末であっても、それを中継端末として利用することができる。この制御も、各無線端末に設られる前述のミドルウェアで実現できる。

【0021】請求項3は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末は前記第2の信号を生成する度に個別のパケット識別子を第2の信号に付与し、前記第2の信号を検出

した無線端末は、検出した第2の信号に付与された前記パケット識別子を記憶し、該無線端末は検出した第2の信号のパケット識別子が記憶されたパケット識別子と一致する場合には検出した第2の信号を破棄し、一致しなければ第2の信号を他の無線端末に送出することを特徴とする。

【0022】第2の信号の同報送信を連鎖的に繰り返す場合には、中継端末及び発信端末において、同一の第2の信号が何度も繰り返し検出される可能性がある。複数の通信ルートが存在する場合には、それぞれの通信ルートにおける転送所要時間が互いに異なる。一般に、転送所要時間が短い通信ルートでは、中継数が少ないか、中継距離が短い、あるいは通信回線の品質が良い。従って、異なる経路を経由した同一の第2の信号が繰り返し検出される場合には、最初に検出された第2の信号が経由したルートを選択するのが好ましいと考えられる。

【0023】既に検出した第2の信号を破棄することにより、通信トラヒックの増大を抑制できる。請求項4は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末が前記宛先端末からの第2の信号を検出した場合には、前記発信端末が、前記第2の信号を部分的に更新して、更新された第2の信号を、検出された第2の信号に含まれる前記中継端末識別情報に対応する特定の無線端末を介して、前記宛先端末まで返送することを特徴とする。

【0024】例えば、宛先端末から発信端末に送られた第2の信号の中継に利用した無線端末が移動している場合には、第2の信号が転送された通信ルートが、時間の経過により利用できなくなる可能性がある。発信端末に転送された第2の信号を宛先端末に返送することにより、検出された通信ルートが少なくとも2回連続的に利用できるか否かを識別できる。発信端末が第2の信号を更新するので、宛先端末は第2の信号が発信端末に届いたことを確認できる。

【0025】発信端末が宛先端末に第2の信号を返送するときには、第2の信号に含まれる中継端末識別情報に対応する特定の無線端末に、すなわちユニキャストで送信を実施するので、それによって発生するトラヒックは最小限である。請求項5は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末と前記宛先端末との間で転送される前記第2の信号の転送所要時間が最も短い通信ルートを優先的に利用することを特徴とする。

【0026】一般に、転送所要時間が短い通信ルートでは、中継数が少ないか、中継距離が短い、あるいは通信回線の品質が良い。従って、異なる経路を経由した同一の第2の信号が繰り返し検出される場合には、最初に検出された第2の信号が経由したルートを選択するのが好ましいと考えられる。本発明をミドルウェアで実現することにより、既存の装置やアプリケーションをそのま

ま用いることができる。さらに、MACレイヤや物理レイヤでの処理を少なくすることで、ネットワーク全体の制御やルーティングの管理の負荷が軽減される。

【0027】本発明では、利用可能な通信ルートが全く存在しない場合であっても、中継端末が無線通信可能な範囲に入るのを待つことで通信が可能になる。従って、本発明は直接通信できない端末間における中継端末が自由に動き回る動的トポロジーに対応した通信を実現できる。ミドルウェアを用いることにより、本発明はアプリケーションや設定などを変更することなく既存の無線通信システムで使うことが可能であり、ルーティング機能を備えたミドルウェアを導入し下位のレイヤであるMACレイヤや物理レイヤの負担を軽減することができるので、無線ネットワーク環境の全体の負担の軽減の効果が得られる。

【0028】また、本発明では端末が自由に動き回っていても確実なデータ送信が可能である。さらに、発信端末ではなく宛先端末のミドルウェアがルーティング制御を行うことで、発信端末の負担軽減の効果が得られる。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の1つの実施の形態を図1～図10に示す。この形態は、全ての請求項に対応する。

【0030】図1は本発明を実施する各無線端末上で実行される発信端末の制御の内容を示すフローチャートである。図2は本発明を実施する各無線端末上で実行される中継端末及び宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。図3は本発明を実施する各無線端末上で実行される宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【0031】図4は発信端末から宛先端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。図5及び図6は宛先端末から発信端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。図7は制御パケットP0、P2、P3の構成を示すマップである。図8は制御パケットP0の具体例を示すマップである。図9は制御パケットP2、P3の具体例を示すマップである。図10は本発明を実施する各無線端末の動作の概要を示すフローチャートである。

【0032】この形態においては、請求項1の無線端末、第1の信号、第2の信号及び中継端末識別情報は、それぞれ無線端末100、通知パケットP1、制御パケットP2及び中継端末識別子群IDRとして具体化されている。この例では、複数存在する無線端末100を利用するので、これらを区別する必要がある場合には、各無線端末100の符号にそれぞれの識別記号を括弧と共に付加して記述する。同様に、それぞれの無線端末100から発信される無線パケットを区別する必要がある場

合には、無線パケットの符号にそれを発信した無線端末100の識別符号を括弧と共に付加して記述する。

【0033】この形態では、無線端末100(A)及び100(J)が、それぞれ請求項1の発信端末及び宛先端末として割り当てられている。請求項1の中継端末は状況に応じて変更される。この形態で使用する複数の無線端末100(A)～100(J)は、それぞれがデータを発信する発信端末、データを受け取る宛先端末及びデータを中継する中継端末としての機能を全て備えている。

【0034】無線端末100のハードウェア構成については、一般的な無線パケット端末装置と基本的に同一である。すなわち、アンテナ、送信機、受信機、データ処理回路、表示器、入力装置、記憶装置、デジタル制御ユニットなどが無線端末100に内蔵されている。各々の無線端末100は、発信端末、宛先端末及び中継端末の全ての機能を実現するために、図1に示す処理、図2に示す処理及び図3に示す処理の全てを並列的に実行する。

【0035】この形態においては、図1、図2及び図3に示す処理は全て前述のミドルウェアとして実現されている。各々の無線端末100の通信可能範囲があまり広くない場合には、例えば図4において発信端末である無線端末100(A)から宛先端末である無線端末100(J)に対して直接にはデータを転送できないことが想定される。

【0036】しかし、無線端末100(A)及び100(J)の間に存在する他の無線端末100(B)、100(D)、100(G)を中継端末として利用することにより、無線端末100(A)から無線端末100(J)までデータを転送可能になる。中継端末を用いてデータ通信を行う場合には、利用する中継端末と中継順序を特定できるように、発信端末から宛先端末までの通信ルートの探索を予め実施してルートを確保する必要がある。

【0037】各無線端末100は、その周囲に存在する他の無線端末100からの電波を監視して、電波の受信レベルを予め定めた閾値と比較することにより、監視対象の無線端末100が通信可能範囲内に存在するか否かを識別する。発信端末である無線端末100(A)は、宛先端末である無線端末100(J)と直接通信できないことを認識すると、図1のステップ12から14に進むので、ステップ11で作成した制御パケットP0を不特定の無線端末100に対して同報送信(ブロードキャスト)する。

【0038】図4の例では、無線端末100(A)から発信される制御パケットP0(A)が、無線端末100(B)及び100(C)に届く。制御パケットP0は、図7に示すように制御パケット識別子IDP、作成端末フラグF01、発信端末識別子IDS、宛先端末識別子IDD、中継端末識別子群IDR及びデータ長LDPで構成される。

【0039】制御パケット識別子IDPは、各制御パケットP0、P2、P3を区別するための情報である。作成端末フラグF01は、各制御パケットP0、P2、P3を作成した無線端末100が発信端末と宛先端末の何れかを示す二値情報である。発信端末識別子IDSは、発信端末を特定するための情報である。宛先端末識別子IDDは宛先端末を特定するための情報である。中継端末識別子群IDRは、中継に利用する1つ又は複数の無線端末100を特定するための情報である。データ長LDPは、送信データの長さを示す情報である。

【0040】無線端末100(A)から発信される制御パケットP0(A)については、図8に示すように中継端末識別子群IDRに中継端末の情報が全く含まれていないので、中継端末が未特定であることが分かる。従って、制御パケットP0(A)を受信した無線端末100(B)は、図2に示すステップ36から38に進み、制御パケットP0(B)を不特定の無線端末100に対して送信する。

【0041】無線端末100(B)が送信する制御パケットP0(B)の中継端末識別子群IDRには、図8に示すように無線端末100(B)の識別符号「B」が付加される。この処理は、図2のステップ31で実施される。無線端末100(B)が送信する制御パケットP0(B)は、図4の例では無線端末100(D)で受信される。制御パケットP0(B)の中継端末識別子群IDRには次の中継端末が示されていないので、制御パケットP0(B)を受信した無線端末100(D)は、図2に示すステップ36から38に進み、制御パケットP0(D)を不特定の無線端末100に対して送信する。

【0042】無線端末100(D)が送信する制御パケットP0(D)の中継端末識別子群IDRには、図8に示すように無線端末100(D)の識別符号「D」が付加される。この処理は、図2のステップ31で実施される。上記のような処理が連鎖的に繰り返されるので、図4に示すように、宛先端末である無線端末100(J)に制御パケットP0(G)が届く。この制御パケットP0(G)の中継端末識別子群IDRには、図8に示すようにそれまでに中継を実施した無線端末100の識別符号「B、D、G」が含まれている。

【0043】従って、制御パケットP0(G)の中継端末識別子群IDRの内容から、利用可能な通信ルート特定できる。この中継端末識別子群IDRを含む制御パケットP0が、宛先端末である無線端末100(J)から発信端末である無線端末100(A)に返送される。宛先端末から発信端末への制御パケットP0の返送は、図3のステップ55で実施される。この場合、中継端末識別子群IDRによって返送の通信に利用できる中継端末を知ることができるので、宛先端末は特定の無線端末100のみに制御パケットP0を送信する。つまり、返送はユニキャスト通信で行われる。

【0044】発信端末である無線端末100(A)が返送

された制御パケットP0を受信すると、無線端末100(A)は、中継端末識別子群IDRに示された通信ルートを利用して、図5に示すようにデータパケットの送信を開始する。一方、中継端末である無線端末100(B)、100(D)、100(G)は、図2に示すステップ32において、中継端末識別子群IDRの内容から、自局に隣接する中継端末を特定し、それを記憶する。

【0045】また、中継端末である各無線端末100は、ステップ39で隣接する中継端末からの電波を監視する。そして、例えば電波の受信レベルが予め定めたレベルを下回ると、通信不可として検出する。図5においては、中継端末である無線端末100(G)の移動によって、無線端末100(D)と無線端末100(G)との距離が長くなり、両者の通信可能範囲が重ならなくなった状態を想定している。

【0046】図5に示す状態において、中継端末である無線端末100(G)は、隣接する中継端末である無線端末100(D)との通信が不可能になったことを検知する。このため、無線端末100(G)は、図2のステップ40から41に進む。従って、通知パケットP1が無線端末100(G)から宛先端末である無線端末100(J)に向かって送信される。

【0047】なお、図5の例では通知パケットP1が無線端末100(G)から宛先端末である無線端末100(J)に直接送信されるが、例えば無線端末100(B)と無線端末100(D)との間で通信が途絶すると、通知パケットP1は、無線端末100(D)から無線端末100(G)を介して宛先端末である無線端末100(J)に送信される。宛先端末である無線端末100(J)は、通知パケットP1を受信すると、それまで使用していた通信ルートにおいて通信が途絶したことを認識する。そして、図3のステップ56から57に進む。

【0048】この場合、それまでの通信ルートとは別の通信ルートを確認する必要がある。宛先端末である無線端末100(J)は、それ自身が作成した制御パケットP2を不特定の無線端末100に対して同報送信する。図5の例では、制御パケットP2(J)が無線端末100(G)、無線端末100(I)に送信される。制御パケットP2(J)は、宛先端末により作成されたので、図9に示すように作成端末フラグF01が「1」にセットされる。通信ルートが未確定なので、制御パケットP2(J)の中継端末識別子群IDRの内容はクリアされる。データ長LDPには、それまでに宛先端末である無線端末100(J)に届いた受信データ長(この例では「550」)がセットされる。

【0049】制御パケットP2(J)を受信した無線端末100(I)は、制御パケットP2(J)の中継端末識別子群IDRの内容から、通信ルートが未確定であることを認識する。従って、図2のステップ36から38に進む。ステップ38の実行により、制御パケットP2(I)が無

線端末100(I)から不特定の無線端末100に向かって同報送信される。

【0050】制御パケットP2(I)の中継端末識別子群IDRには、図9に示すように無線端末100(I)を特定する情報「I」が追加される。この追加は、無線端末100(I)が実行する図2のステップ31で行われる。上記制御パケットP2の同報送信は連鎖的に繰り返される。図5に示す例では、制御パケットP2が無線端末100(I)、無線端末100(H)、無線端末100(E)、無線端末100(C)の順に中継されるので、発信端末である無線端末100(A)まで届く。

【0051】制御パケットP2の中継端末識別子群IDRには、それが中継される度に、中継した無線端末100を特定する情報が追加される。従って、発信端末である無線端末100(A)が受け取る制御パケットP2(C)には、図8に示すように中継した全ての無線端末100を示す「C、E、H、I」が含まれる。従って、発信端末である無線端末100(A)は、制御パケットP2(C)の中継端末識別子群IDRの内容から、新しい通信ルートを認識できる。発信端末である無線端末100(A)は、制御パケットP2(C)を受け取った後、通信ルートを確定するために、制御パケットP3を送信する。

【0052】すなわち、制御パケットP2(C)の作成端末フラグF01が「1」であるため、発信端末である無線端末100(A)は、宛先端末が新しい通信ルートを探索していることを認識し、図1のステップ17から19に進む。ステップ19で制御パケットP3(A)が作成される。制御パケットP3(A)は発信端末である無線端末100(A)によって作成されるので、作成端末フラグF01は「0」にクリアされる。制御パケットP3(A)の中継端末識別子群IDRの内容は、制御パケットP2(C)と同一である。

【0053】また、制御パケットP2(C)のデータ長LDPにより、宛先端末へに「550」の長さのデータ転送が完了しているので、転送すべき「1000」の長さのデータの残りの長さ「450」が、制御パケットP3(A)のデータ長LDPにセットされる。制御パケットP3の送信は、ユニキャストで実施される。すなわち、送信すべき相手を示す中継端末が、制御パケットP3の中継端末識別子群IDRによって特定されているので、発信端末及び制御パケットP3を受信した中継端末は、中継端末識別子群IDRに示された特定の無線端末100のみに対して、制御パケットP3を送信する。

【0054】図6に示す例では、無線端末100(C)、無線端末100(E)、無線端末100(H)、無線端末100(I)、無線端末100(J)の順に制御パケットP3が中継され、宛先端末である無線端末100(J)まで制御パケットP3が届く。通信ルートが確定すると、発信端末である無線端末100(A)は、制御パケットP3の中継端末識別子群IDRの内容で定まる次の無線端末100

に対してデータパケットを送信する。このデータパケットは、中継端末識別子群IDRの内容に示された中継端末群を介して、宛先端末である無線端末100(J)まで届く。

【0055】ところで、例えば図5に示す状態において、無線端末100(H)が無線端末100(I)の通信可能範囲を外れた位置に移動すると、無線端末100(I)から先の通信ルートが途絶えるので、新しい通信ルートが確保できない。上記の場合、無線端末100(I)は、図2のステップ33で他の無線端末100との通信が不可能であると認識するので、ステップ35を介してステップ34に進む。無線端末100(I)は、ステップ34で送信すべき制御パケットP2を保持して待機する。

【0056】時間の経過に伴って、無線端末100(I)の通信可能範囲内に他の無線端末100が現れると、ステップ35から36を介してステップ38に進むので、現れた無線端末100に対して無線端末100(I)から制御パケットP2が送信される。従って、一時的に通信ルートが確保できない環境であっても、時間の経過に伴って複数の無線端末100の位置関係が変化すると、利用できる無線端末100が中継端末として選択されるので、通信ルートが確保される。

【0057】また、利用可能な通信ルートが複数存在する場合には、制御パケットP2の転送所要時間の短い通信ルートが優先的に選択され利用される。各無線端末100は、制御パケットP2を受信すると、その制御パケット識別子IDPを記憶する。図2のステップ42では、各無線端末100は記憶された(以前受信した)制御パケット識別子IDPと、受信した制御パケットの制御パケット識別子IDPとを比較する。

【0058】比較結果が一致する場合には、ステップ42から43に進む。ステップ43では、受信した制御パケットを破棄する。つまり、制御パケット識別子IDPが同一の制御パケットを重複して受信した場合には、先に受信した制御パケットP2だけを受け取り、後で受信した制御パケットは不要とみなして破棄する。本発明を実施する場合の動作について、以下に説明を補足する。動作の概要は図10に示されている。

【0059】上記のルート確保処理において、宛先端末に制御パケットP2が届きルートが確保されたことが発信端末に伝えられる。この形態では、確保したルート上の中継端末のミドルウェアにルートが確保されたことが伝わるので、どの中継端末から自信の端末にデータが送信されるかを認識することが可能である。この形態では、すべての無線端末が自由に動き回ることが可能であり、特定の無線通信可能範囲内に固定する必要がない。そのため、データパケットの送信時に無線通信可能範囲内に中継端末が存在しなくなり、データパケットの送信が不可能になる場合もある。

【0060】データパケットの転送をするときには、送

信端末と受信端末との間で一対一にユニキャスト通信が実施される。通信ルート上に存在する各無線端末100のミドルウェアは、ルート上の直前の中継端末を認識している。その中継端末が無線通信可能範囲内に存在しているか否か認識できる。認識の際には、例えば電波の受信レベルを所定の閾値と比較することにより、中継端末が無線通信可能範囲内に存在するかどうかを判断する。

【0061】もしも、無線通信可能範囲内にルート上の直前の中継端末が存在していないと無線で通信を行うことができない。つまり、データパケットを送信することができないと判断することができる。このことを認識したミドルウェアは、宛先端末にデータパケットが送信不可能であることを通知パケットP1で伝える。もちろん、この情報はあらかじめ確保されたルートをユニキャストで転送され、宛先端末に到着することになる。宛先端末では、中継端末間で通信不可能であることを認識すると、次のルートの確保のために再び発信端末に向けて制御パケットP2を送信する。

【0062】発信端末に送信される制御パケットP2については、フラグF01が宛先端末が生成した制御パケットであることをわかるようにセットされ、データ長LDPがすでに送信されたデータ長に更新される。この制御パケットにより、発信端末は宛先端末に届いたデータ長を知ることが可能となる。

【0063】新たな通信ルートを確保するために制御パケットP2を送信する場合には、無線通信可能範囲内に中継端末が存在しない場合も考えられる。宛先端末から送信されてきた制御パケットP2は、ミドルウェアにより保持されている。従って、無線通信可能範囲内に中継端末が現れるのを待ち、現れたときに保持していた制御パケットP2を送信することで、再びルートの確保を行うことが可能となる。また、発信端末によるデータ送信前のルート確保の際の制御パケットP0の送信時にも、同様の方法を用いることができる。従って、データ送信前に中継端末が自由に動き回っていても、ルートを確保することが可能である。

【0064】制御パケットP2の保持などにより無事に発信端末に制御パケットP2が送信されると、発信端末のミドルウェアはフラグF01をみて、宛先端末が生成した制御パケットであることを認識すると宛先端末に再び制御パケットP3を送信する。この際の制御パケットP3の内容は、制御パケットP2と同様であるが、すでに宛先端末に届いたデータ長が送信されてきた制御パケットP2からわかるので、データ長LDPを記述する箇所を残りのデータ長に更新し、フラグF01を発信端末が生成した制御パケットP3であることを示す値「1」にする。

【0065】このフラグF01により、データ送信時に中継端末間で通信が不可能になったことがわかるので、再び発信端末は制御パケットP3を送信しルートを確保

する必要があることがわかる。発信端末から送信された制御パケットP3が再び宛先端末まで転送されると、宛先端末は、ユニキャストにより再び発信端末に向け制御パケットを送信しルートが確保されたことを伝える。フラグF01により発信端末が生成した制御パケットであることがわかるので、残りのデータの送信を始める。

【0066】発信端末に制御パケットが送信された際にルートを確保せず、再び宛先端末に送信するのは、宛先端末から制御パケットP2を送信するときに、無線通信可能範囲内に中継端末が存在しないと、中継端末が現れるのを待つ間、制御パケットを発信端末に送信してきた中継端末が移動して範囲内に存在しなくなる可能性があるためである。

【0067】再び発信端末から制御パケットP3を送信すると、ルートが完全に確保されていないことを認識できる。宛先端末において発信端末から最も早く届いた制御パケットを中継してきた通信ルートは、最も転送遅延の少ない通信ルートであり、この通信ルートを選択することで常に良好な通信状態でデータパケットの転送が可能になる。

【0068】宛先端末から送信された制御パケットP3を再び発信端末からユニキャストにより送信中している間に、中継端末の移動により中継が不可能になったとしても、上記のルート確保の制御方法により、宛先端末からルートを確保するための制御パケットを送信することで対処することが可能である。新たなルート確保のための無線通信可能範囲内の中継端末への制御パケットの送信(図10のステップ124)と、無線通信可能範囲内に現れた中継端末への制御パケットの送信(図10のステップ125)では、無線通信可能範囲内に中継端末が現れる度に制御パケットを送信する。以前に制御パケットを受信している中継端末は、あらかじめミドルウェアにより制御パケットの識別子を保持している。そして、送信された制御パケットの識別子と保持している識別子とが同じであると認識すると、受信した制御パケットを破棄する(ステップ128)。これにより、ネットワークにおける無駄とループを防ぐことが可能となる。

【0069】宛先端末や各々のミドルウェアは、上記処理を常時繰り返し実行することで実現される。以下に各々のミドルウェアが行う処理を挙げる。発信端末においては、ミドルウェアはデータの送信の要求を受けると、データ長と発信端末・宛先端末の識別子を付加して送信するように、下位のレイヤに要求する。

【0070】宛先端末から送信されてきた制御パケットが、発信端末が生成したとフラグF01によりわかると、中継端末識別子群IDRの内容に基づいて、ユニキャストによりデータを送信するようにミドルウェアは要求する。フラグF01により宛先端末が生成した制御パケットであるとミドルウェアが認識すると、フラグF01を発信端末が生成した値に換え再び宛先端末に制御パ

ケットを送信する。

【0071】中継端末においては、制御パケットが送信されてくると制御パケットに自身の中継端末の識別子を付加して送信する。この際にミドルウェアはルート上の直前の中継端末識別子を保持する。この情報に対応するルート上の直前の中継端末が、無線通信可能範囲に存在するか否かを各中継端末は監視する。範囲内に中継端末が存在しないことがわかると、通信が不可能になったことを示す通知パケットP1を、中継端末識別子群IDRの内容に応じたルートで、宛先端末に伝える。

【0072】宛先端末では、ミドルウェアは発信端末から送信されてきた制御パケットP0の内容にすでに送信されたデータ長LDPを記述して発信端末に送信する（データ送信開始前のLDPの値は0）。中継端末から無線通信可能範囲内に端末が存在せず通信不可能になったことが通知パケットP1により伝えられると、宛先端末は、制御パケットP2をブロードキャストで送信する。この制御パケットP2のデータ長LDPにはすでに受け取ったデータ長がセットされ、フラグF01には宛先端末がパケットを作成したことを示す値「1」セットされる。

【0073】フラグF01が発信端末が作成した値「0」である場合には、制御パケットの中継端末識別子群IDRの内容に従って、ユニキャストでデータパケットの送信を行う。全てのデータパケットの送信が完了したか否かは、制御パケットのデータ長により認識することが可能である。データ送信完了を発信端末に伝えることで確実にデータ送信が行われたことが伝わる。

【0074】以上述べた方法により、自由に動き回る無線端末を中継端末として利用して無線通信を行うことができる。この制御は、各端末のミドルウェアと制御パケット中の内容による単純な処理で実現できる。

【0075】

【発明の効果】請求項1のアドホックネットワークのパケットルーティング方法を用いることにより、無線で直接通信できない端末間を、中継端末を用いて送信することができる。特に、ルーティング機能を備えるミドルウェアにより実現する場合には、MACレイヤや物理レイヤの負担を軽減することになるので、ネットワーク全体として負担が少なくなる。また、特定のアプリケーションや設定などを用いることなく実現できる。

【0076】また、請求項1によれば、データパケットの送信中に中継端末間で通信ができなくなった場合であっても、宛先端末から制御パケットに相当する第2の信号が送信されるので、新しい通信ルートが確保される。従って、全ての端末が自由に動いていてもルーティングを確保でき、動的トポロジーに対応したルーティングに対応することが可能である。

【0077】また、請求項1では宛先端末によりルーテ

ィングの制御を行うので発信端末はデータパケットの送信処理に集中することができ、データ長などを見ることで確実に宛先端末にデータを送信することが可能となる。また、これらの制御はミドルウェアと制御パケットを用いることで複雑な処理を必要とせず実現することが可能である。

【0078】請求項2によれば、新しい通信ルートを確保する際に、無線通信可能範囲内に中継端末が存在しない場合、送信されてきた制御パケットをミドルウェア等によって保持し、無線通信可能範囲内に中継端末が現れるまで待機するので、中継端末が無線通信可能範囲外に移動する環境においても、通信ルートの確保が可能である。

【0079】請求項3によれば、無線通信可能範囲内に中継端末が現れる度に制御パケットが送信される。また、受信した中継端末側では以前に受信した制御パケットの識別子を保持し受信した制御パケットとの比較により同じであると判断すると破棄するので、ネットワーク送信の無駄やループを防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施する各無線端末上で実行される発信端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【図2】本発明を実施する各無線端末上で実行される中継端末及び宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【図3】本発明を実施する各無線端末上で実行される宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【図4】発信端末から宛先端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。

【図5】宛先端末から発信端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。

【図6】宛先端末から発信端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。

【図7】制御パケットP0、P2、P3の構成を示すマップである。

【図8】制御パケットP0の具体例を示すマップである。

【図9】制御パケットP2、P3の具体例を示すマップである。

【図10】本発明を実施する各無線端末の動作の概要を示すフローチャートである。

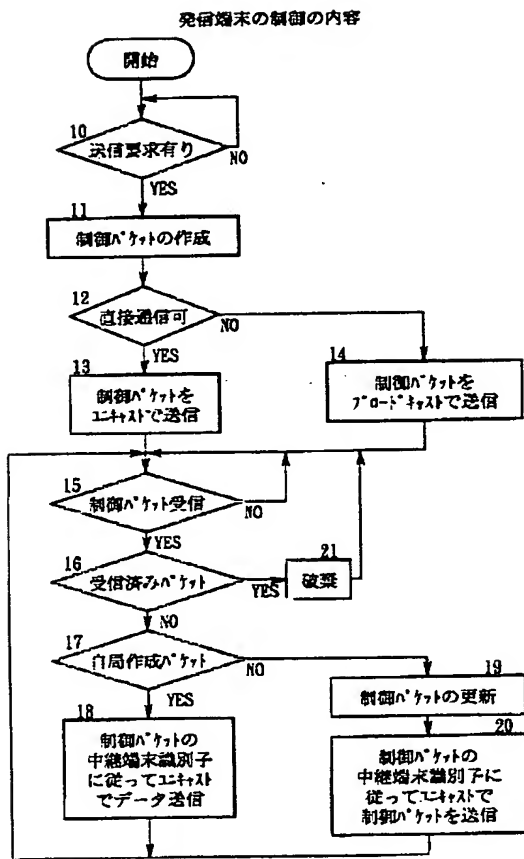
【符号の説明】

100 無線端末

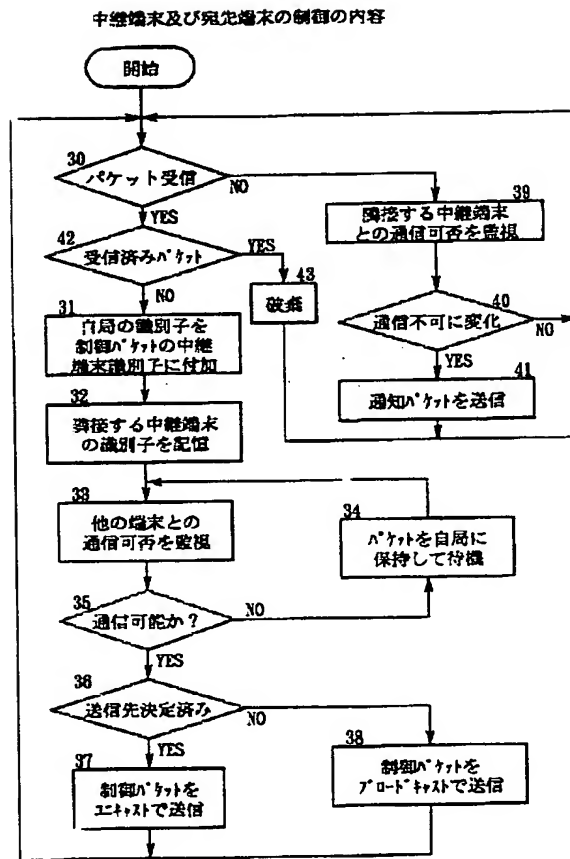
P0、P2、P3 制御パケット

P1 通知パケット

【図1】



【図2】



【図7】

制御パケットP0, P2, P3の構成

制御パケット識別子: IDP
作成端末フラグ: F01
発信端末識別子: IDS
宛先端末識別子: IDD
中継端末識別子群: IDR
データ長: LDP

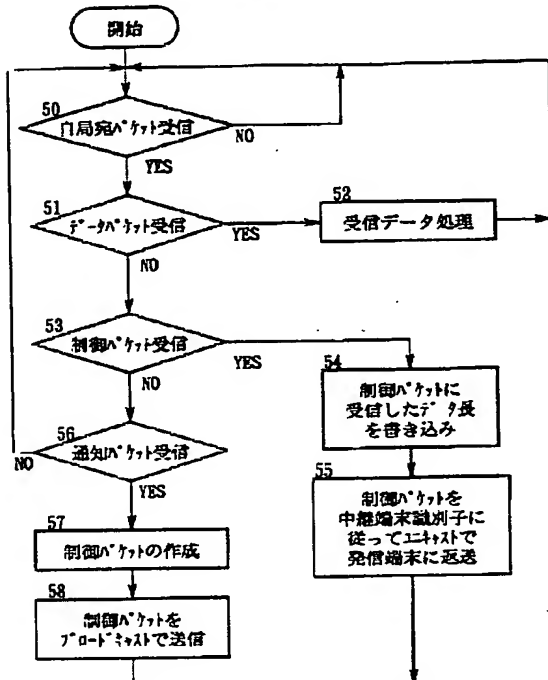
【図8】

発信端末からのルート探索の場合の制御パケットP0の具体例

	IDP	F01	IDS	IDD	IDR	LDP
P0(A)	0001	0	A	J		1000
P0(B)	0001	0	A	J	B	1000
P0(D)	0001	0	A	J	B, D	1000
P0(G)	0001	0	A	J	B, D, G	1000

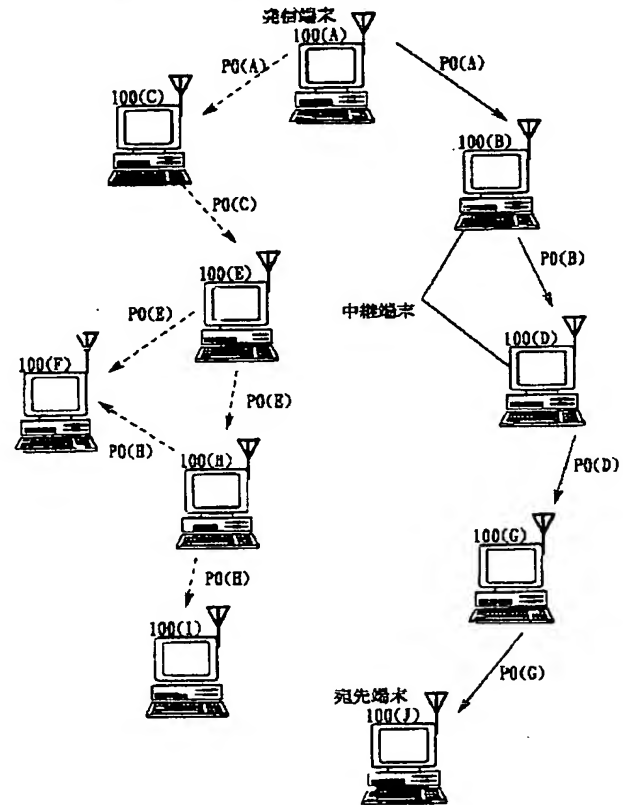
【図3】

宛先端末の制御の内容



【図4】

発信端末から宛先端末への通信ルート探索例



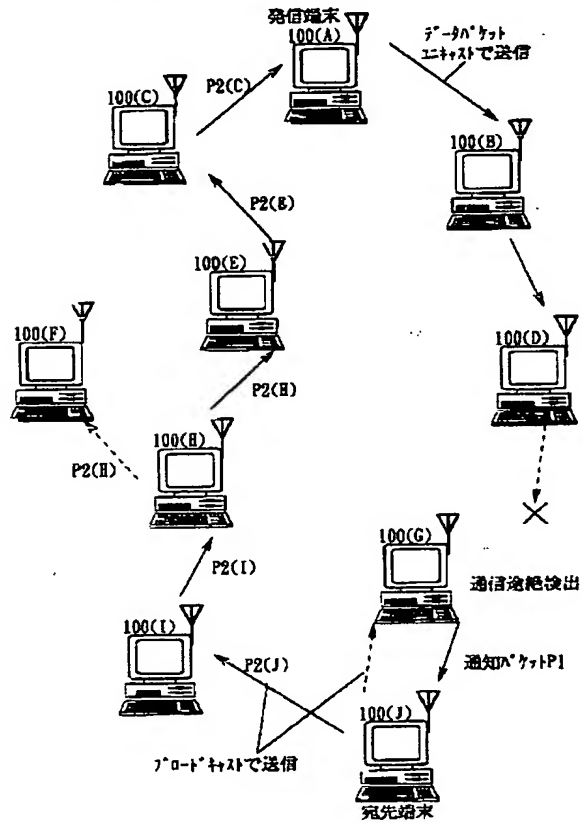
【図9】

宛先端末からのルート探索の場合の制御パケットP2、P3の具体例

	IDP	P01	IDS	ID0	IDR	LDP
P2(J)	0002	1	A	J		550
P2(I)	0002	1	A	J	I	550
P2(H)	0002	1	A	J	H, I	550
P2(E)	0002	1	A	J	E, H, I	550
P2(C)	0002	1	A	J	C, E, H, I	550
P3(A)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(C)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(E)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(H)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(J)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450

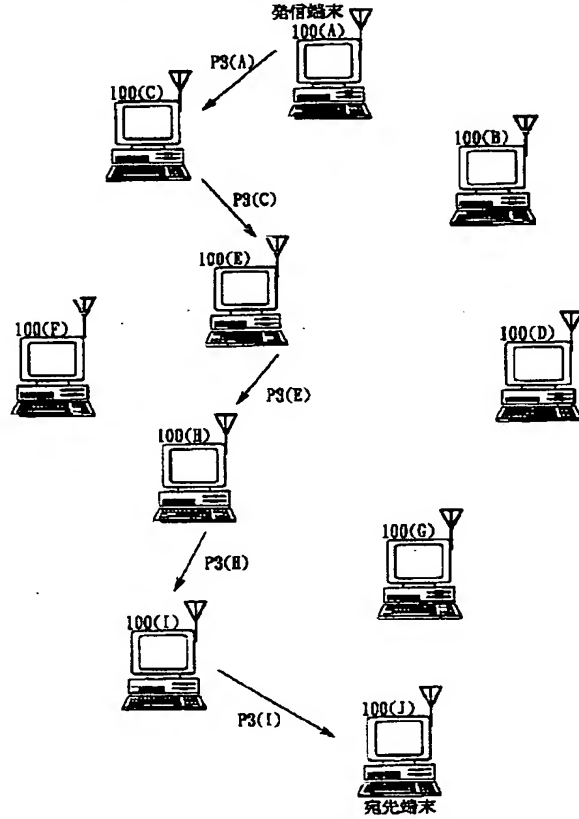
【図5】

宛先端末から送信端末への通信ルート探索例



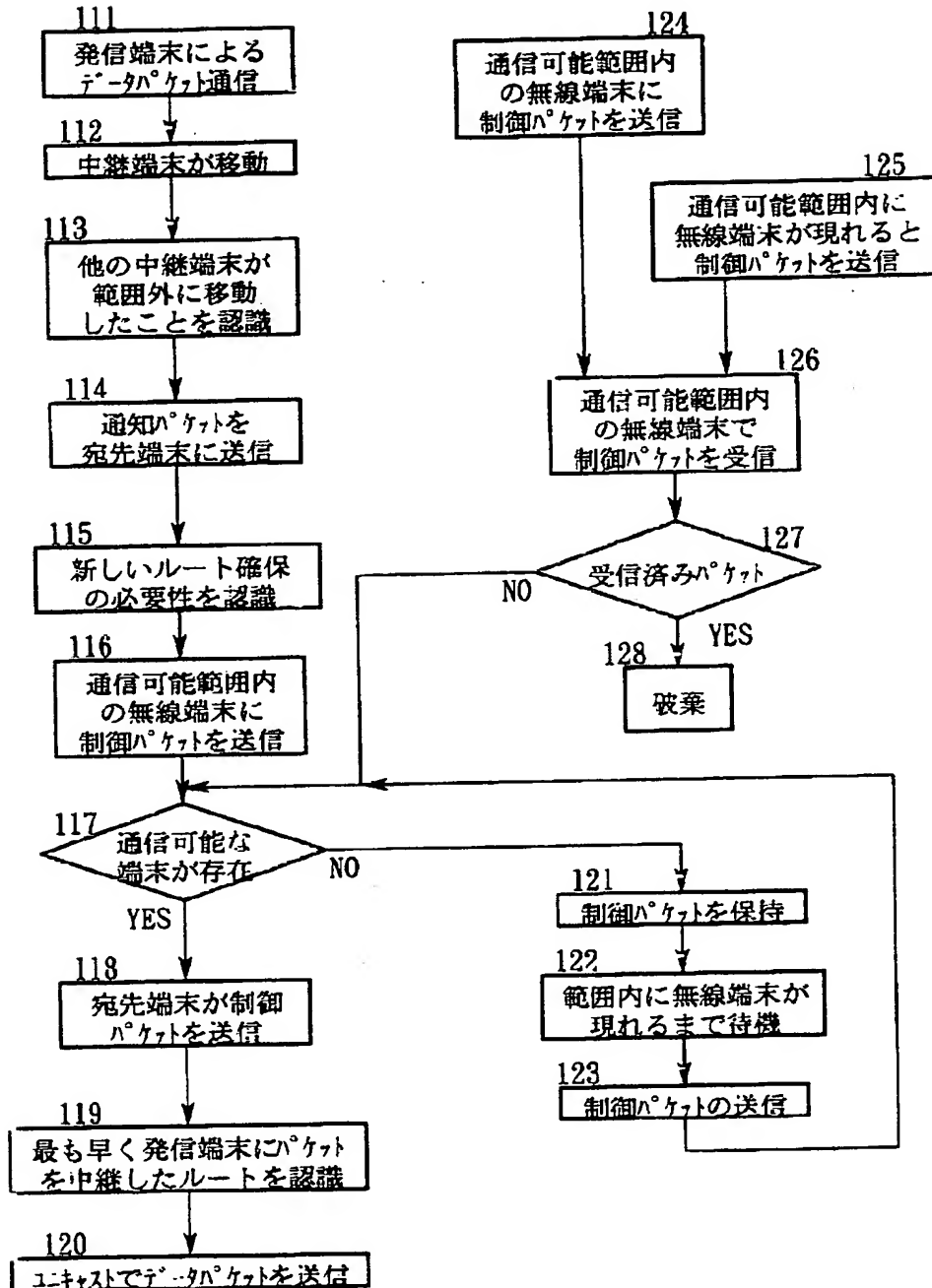
【図6】

宛先端末から送信端末への通信ルート探索例



【図10】

各無線端末の動作の概要



フロントページの続き

(72)発明者 守倉 正博
 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
 電信電話株式会社内